

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

990143-US
#2
7-5-01
Mori



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年 9月17日

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第262861号

出願人

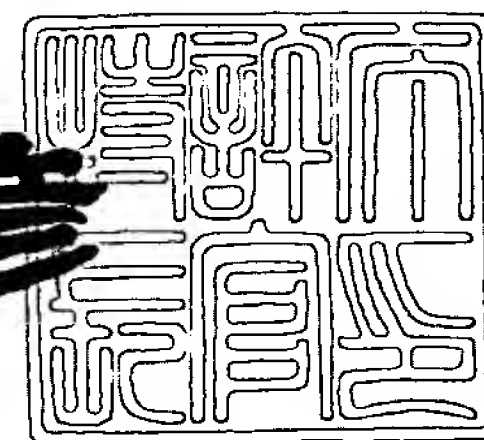
Applicant (s):

トヨタ自動車株式会社

2000年 1月 7日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤隆彦



出証番号 出証特平11-3091760

【書類名】 特許願

【整理番号】 TY1-4322

【提出日】 平成11年 9月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 29/78

【発明の名称】 電力用半導体装置

【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社
内

【氏名】 濱田 公守

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100075258

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉田 研二

【電話番号】 0422-21-2340

【選任した代理人】

【識別番号】 100081503

【弁理士】

【氏名又は名称】 金山 敏彦

【電話番号】 0422-21-2340

【選任した代理人】

【識別番号】 100096976

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 純

【電話番号】 0422-21-2340

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電力用半導体装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基板に形成された一導電型のボディ領域を表面側から貫通して略平行に配置された複数の線状のトレンチゲートを有する電力用半導体装置であって、

該ボディ領域表面に前記トレンチゲートに絶縁膜を介して接し、第 1 の深さに形成された複数の第 1 の他導電型半導体領域と、

隣り合う前記第 1 の他導電型半導体領域を接続するよう前記ボディ領域表面に前記第 1 の深さより実質的に浅い第 2 の深さに形成された第 2 の他導電型半導体領域と

を備える電力用半導体装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の電力用半導体装置であって、

前記トレンチゲートは、該トレンチゲートの上端が実質的に前記半導体基板表面より内側となるよう形成されてなり、

前記第 1 の他導電型半導体領域は、前記トレンチゲートの上端の深さより深く形成されてなる

電力用半導体装置。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 記載の電力用半導体装置であって、

前記第 1 の他導電型半導体領域は、前記トレンチゲートに沿って形成されてなり、

前記第 2 の他導電型半導体領域は、隣り合うトレンチゲートに対向して形成された前記第 1 の他導電型半導体領域を梯子状に接続するよう形成されてなる

電力用半導体装置。

【請求項 4】 前記トレンチゲートの上端の少なくとも一部に接続された第 1 の配線用導体を備える請求項 1 ないし 3 いずれか記載の電力用半導体装置。

【請求項 5】 前記ボディ領域および前記第 2 の他導電型半導体領域に接続された第 2 の配線用導体を備える請求項 1 ないし 4 いずれか記載の電力用半導体装置。

【請求項 6】 前記第 2 の配線用導体は、前記第 1 の他導電型半導体領域に実質的に接しないよう配置されてなる請求項 5 記載の電力用半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電力用半導体装置に関し、詳しくは、半導体基板に形成された一導電型のボディ領域を表面側から貫通して略平行に配置された複数の線状のトレンチゲートを有する電力用半導体装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、この種の電力用半導体装置としては、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ（IGBT）において、トレンチゲートに接して形成された N 型エミッタ間を N 型半導体領域で梯子状に接続するものが提案されている（例えば、特開平 9－2 7 0 5 1 2 号公報など）。この装置では、梯子状の N 型半導体領域を形成することにより、エミッタコンタクトの幅の縮小化を図っている。なお、この装置における N 型エミッタと N 型半導体領域は、単一の拡散層で形成されているから、その深さは略同一である。

【0 0 0 3】

【発明が解決しようとする課題】

電力用であるか否かを問わず、半導体装置では、装置における損失を小さくするために、そのオン抵抗をできる限り小さくすることが従来から大きな課題として取り扱われ、その課題を解決する手法が種々提案されている。前述の従来例の装置においても、直接あるいは間接的に、この課題の解決を図ろうとしている。

【0 0 0 4】

本発明の電力用半導体装置は、そのオン抵抗を小さくして装置における損失を少なくすることを目的とする。

【0 0 0 5】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

本発明の電力用半導体装置は、上述の目的を達成するために以下の手段を採った。

【0006】

本発明の電力用半導体装置は、

半導体基板に形成された一導電型のボディ領域を表面側から貫通して略平行に配置された複数の線状のトレンチゲートを有する電力用半導体装置であって、

該ボディ領域表面に前記トレンチゲートに絶縁膜を介して接し、第1の深さに形成された複数の第1の他導電型半導体領域と、

隣り合う前記第1の他導電型半導体領域を接続するよう前記ボディ領域表面に前記第1の深さより実質的に浅い第2の深さに形成された第2の他導電型半導体領域と

を備えることを要旨とする。

【0007】

この本発明の電力用半導体装置では、ボディ領域表面にトレンチゲートに絶縁膜を介して接し、第1の深さに形成された隣り合う第1の他導電型半導体領域を、この第1の深さより実質的に浅い第2の深さに形成された第2の他導電型半導体領域で接続する。通常、ボディ領域は、半導体基板の表面から不純物の熱拡散を行なって形成するから、表面からの深さが深くなるほど不純物濃度は低下する。本発明の電力用半導体装置では、第2の他導電型半導体領域を浅く形成するから、第2の他導電型半導体領域近傍のボディ領域の不純物濃度は、第1の他導電型半導体領域の深さと同程度の深さに第2の他導電型半導体領域を形成した場合に比して高くなる。この結果、第2の他導電型半導体領域近傍のボディ領域における抵抗は小さくなるから、電力用半導体装置におけるオン抵抗を小さくすることができ、装置における損失を小さくすることができる。

【0008】

こうした本発明の電力用半導体装置において、前記トレンチゲートは、該トレンチゲートの上端が実質的に前記半導体基板表面より内側となるよう形成されており、前記第1の他導電型半導体領域は、前記トレンチゲートの上端の深さより

深く形成されてなるものとすることもできる。

【0009】

また、本発明の電力用半導体装置において、前記第1の他導電型半導体領域は、前記トレンチゲートに沿って形成されてなり、前記第2の他導電型半導体領域は、隣り合うトレンチゲートに対向して形成された前記第1の他導電型半導体領域を梯子状に接続するよう形成されてなるものとすることもできる。

【0010】

さらに、本発明の電力用半導体装置において、前記トレンチゲートの上端の少なくとも一部に接続された第1の配線用導体を備えるものとすることもできる。

【0011】

あるいは、本発明の電力用半導体装置において、前記ボディ領域および前記第2の他導電型半導体領域に接続された第2の配線用導体を備えるものとすることもできる。この態様の本発明の電力用半導体装置において、前記第2の配線用導体は、前記第1の他導電型半導体領域に実質的に接しないよう配置されてなるものとすることもできる。

【0012】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態を実施例を用いて説明する。図1は本発明の一実施例である電力用半導体装置20の構成の概略を例示する構成図であり、図2は実施例の電力用半導体装置20の表面から見た際の構成の概略を例示する説明図である。なお、図1に例示する電力用半導体装置20の図中左正面は図2のA-A断面の構造を例示しており、同じく電力用半導体装置20の図1中中央正面は図2のB-B断面の構造を例示しており、電力用半導体装置20の図1中右側面は図2のC-C断面の構造を示している。

【0013】

実施例の電力用半導体装置20は、図示するように、P型またはN型半導体からなる基板21上に形成された不純物濃度の低いN型のエピタキシャル層22の表面に形成された不純物濃度の低いP型半導体領域のボディ24と、半導体基板

20 a の表面からボディ 24 を貫通してエピタキシャル層 22 まで至るよう平行に配置された複数のトレンチゲート 26 と、トレンチゲート 26 の両側にトレンチゲート 26 にシリコン酸化膜等のゲート絶縁膜 27 を介して接するように形成された不純物濃度の高い N 型半導体領域であるトレンチ N 領域 28 と、向かい合うトレンチ N 領域 28 を梯子状に接続するよう形成された不純物濃度の高い N 型半導体領域であるエミッタ N 領域 30 と、梯子状に形成されたエミッタ N 領域 30 間のボディ 24 上に形成された不純物濃度の高い P 型半導体領域であるコンタクト P 領域 32 とを備える。この実施例の電力用半導体装置 20 の素子としては、主電流が基板の上下方向に流れるいわゆる縦形構造の素子である絶縁ゲートバイポーラトランジスタ (IGBT) (基板 21 が P 型) やパワー MOSFET (基板 21 が N 型) が含まれる他、これらの構造を部分的に有する複合素子も含まれる。

【0014】

各トレンチゲート 26 は、図 1 に示すように、その上端が半導体基板 20 a の表面から内側に入り込むように、即ち窪みを形成するように形成されており、更に図 2 に示すように、その端部は、配線用導体 36 によって接続されている。したがって、配線用導体 36 に電圧を印加することにより、各トレンチゲート 26 に電圧を作用させることができるようになっている。なお、トレンチゲート 26 の上端は、半導体基板 20 a の表面と同一とするのが好ましいが、加工の均一性を図ることなどにより、実際には半導体基板 20 a の表面より 0. 数 μm 程度下がる。したがって、実施例の各トレンチゲート 26 は、こうしたことを考慮し、実際的にその上端が半導体基板 20 a の表面から下がっていることを意味しているのである。

【0015】

トレンチ N 領域 28 は、その一部がシリコン酸化膜等のゲート絶縁膜 27 を介してトレンチゲート 26 に接するようにトレンチゲート 26 の上端よりも深く形成されている。実際的には、トレンチゲート 26 の上端が半導体基板 20 a の表面より 0. 数 μm 程度下がっているから、トレンチ N 領域 28 は 1 μm 程度の深さを要する。

【 0 0 1 6 】

エミッタN領域30は、トレンチN領域28の深さよりも浅くなるよう形成されており、その表面の一部は、図2に示すように、コンタクトP領域32の表面と共に配線用導体38により覆われている。エミッタN領域30は、トレンチN領域28からの電子電流を配線用導体38から引き抜くために形成されたものであり、エミッタN領域30に要求されるものとしては、抵抗値が低いことと、配線用導体38とのコンタクト抵抗が充分低減できる不純物濃度が確保されていることであり、その深さは重要視されない。

【 0 0 1 7 】

次に、こうして構成された実施例の電力用半導体装置20のオン抵抗について説明する。図3は、ボディ24やトレンチN領域28，エミッタN領域30の表面からの深さと不純物濃度との関係の一例を示すグラフである。ボディ24やトレンチN領域28，エミッタN領域30は、通常、半導体基板20aの表面側から熱拡散により形成されるから、半導体基板20aの表面からの深さが深くなるにしたがって不純物濃度は低くなる。したがって、エミッタN領域30下部近傍のボディ24の不純物濃度は、エミッタN領域30が深く形成されるほど低くなる。一方、ボディ24における抵抗は、その不純物濃度が高いほど小さくなるから、エミッタN領域30下部近傍のボディ24の抵抗は、エミッタN領域30が深く形成されるほど高くなる。図4にエミッタN領域30を浅く形成した際の様子（図4（a））とエミッタN領域30を深く形成した際の様子（図4（b））とを例示する。図中、破線の部分は素子内部に存在する寄生NPNトランジスタである。いま、図の矢印に示すように、エピタキシャル層22からエミッタN領域30の下部近傍を通してコンタクトP領域32に電流が流れる場合を考える。エミッタN領域30下部近傍の抵抗は、エミッタN領域30が深く形成されるほど高くなるから、深く形成されるほど下部近傍に発生する電位も高くなる。この電位は、寄生NPNトランジスタのベースに順バイアスがかかることになるから、寄生NPNトランジスタが動作してしまうときが生じ、この動作によっては電力用半導体装置20を破損させる場合もある。一方、エミッタN領域30を浅く形成すれば、エミッタN領域30下部近傍の抵抗は小さくなるから、この寄生N

P Nトランジスタの動作を抑制することができ、電子なだれ降伏に対する耐量としてのアバランシェ耐量や過大な電流に対する耐量としてのラッチアップ耐量を向上させることができる。前述したように、エミッタN領域30に要求されるものとしては、その深さは重要視されないから、エミッタN領域30を浅く形成することが可能で、実施例の電力用半導体装置20では、このためにエミッタN領域30を浅く形成しているのである。

【0018】

以上説明した実施例の電力用半導体装置20によれば、エミッタN領域30を浅く形成することにより、オン抵抗を小さくすることができる。この結果、損失の少ないものとすることができると共にアバランシェ耐量やラッチアップ耐量を向上させることができる。

【0019】

実施例の電力用半導体装置20では、ボディ24をP型半導体領域として形成したが、ボディ24をN型半導体領域として形成し、エピタキシャル層22やトレンチN領域28、エミッタN領域30、コンタクトP領域32をそれぞれ異なる導電型半導体領域により形成するものとしてもよい。

【0020】

以上、本発明の実施の形態について実施例を用いて説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例である電力用半導体装置20の構成の概略を例示する構成図である。

【図2】 実施例の電力用半導体装置20の表面から見た際の構成の概略を例示する説明図である。

【図3】 ボディ24やトレンチN領域28、エミッタN領域30の表面からの深さと不純物濃度との関係の一例を示すグラフである。

【図4】 エミッタN領域30を浅く形成した際の様子とエミッタN領域30を深く形成した際の様子とを例示する説明図である。

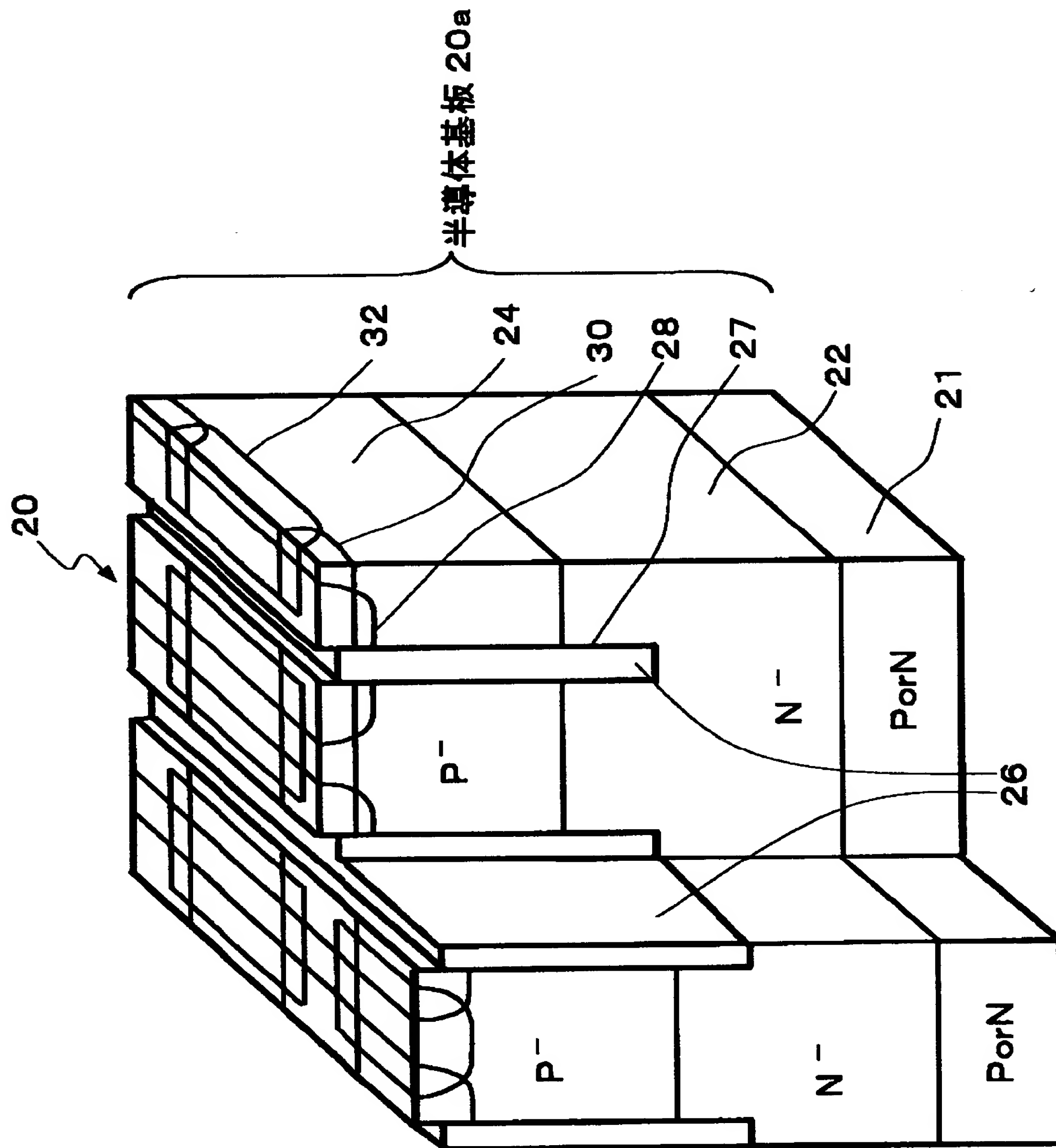
【符号の説明】

2 0 電力用半導体装置、2 0 a 半導体基板、2 1 基板、2 2 エピタキシャル層、2 4 ボディ、2 6 トレンチゲート、2 7 ゲート絶縁膜、2 8 トレンチN領域、3 0 エミッタN領域、3 2 コンタクトP領域、3 6, 3 8 配線用導体。

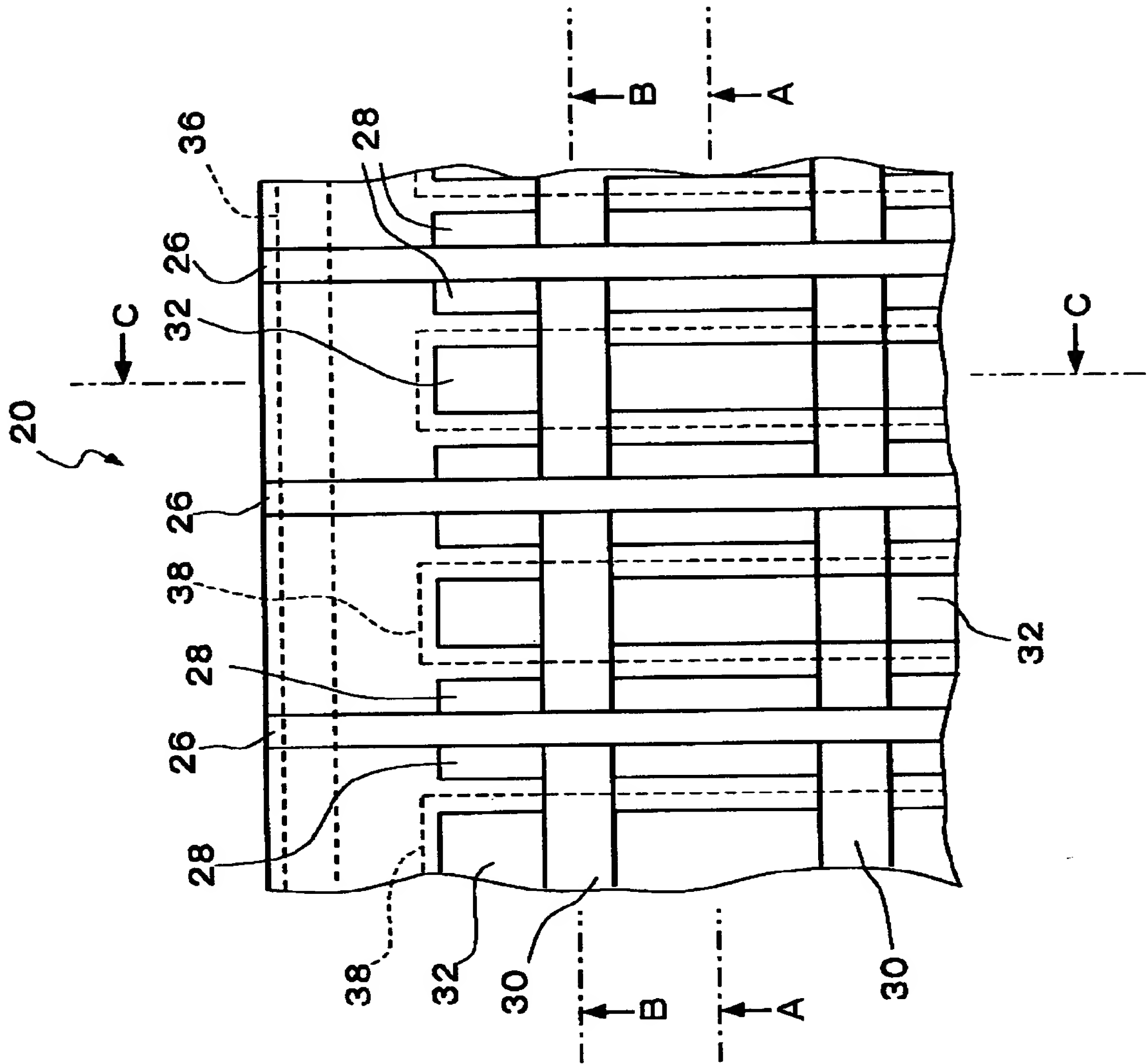
【書類名】

図面

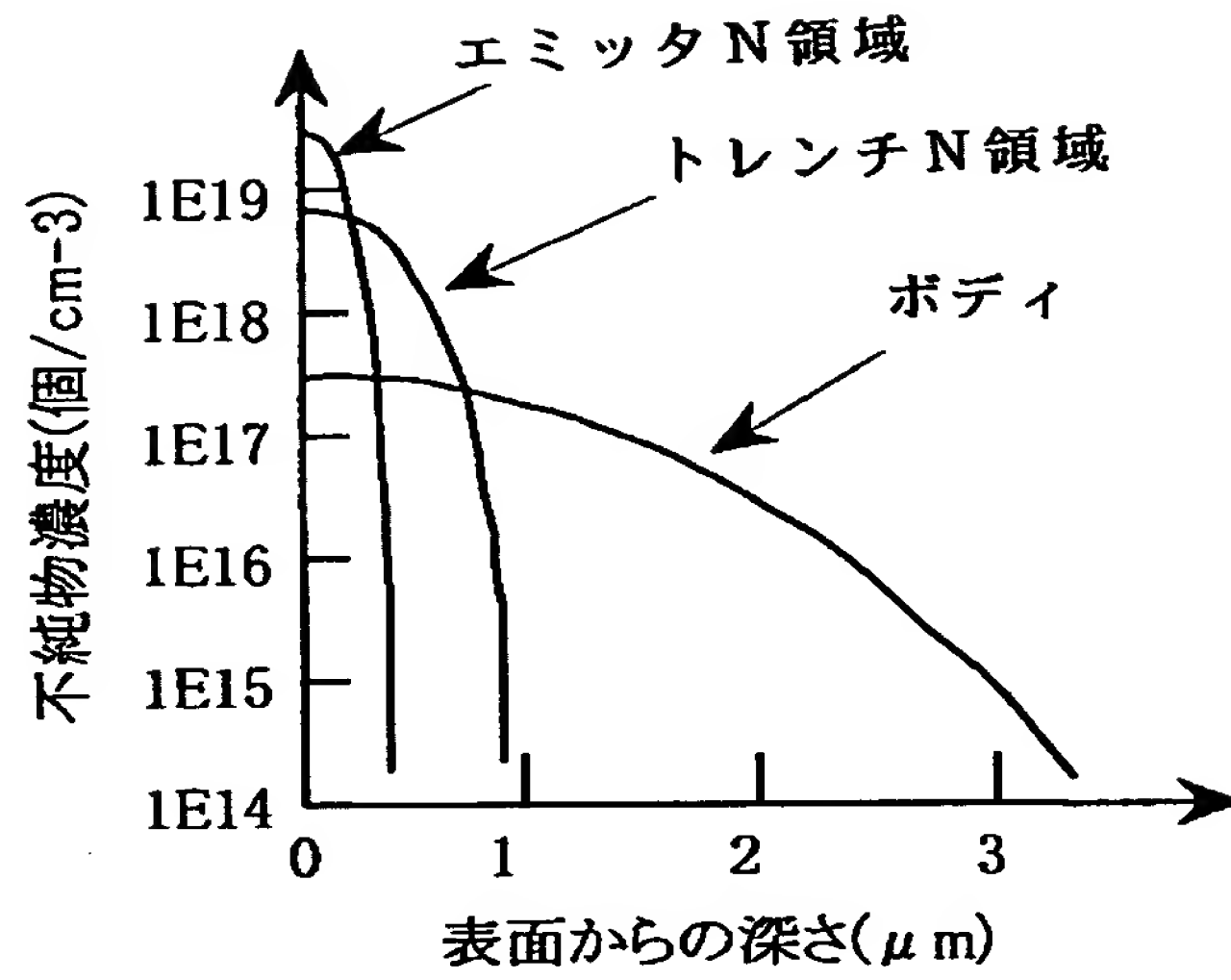
【図 1】



【図 2】

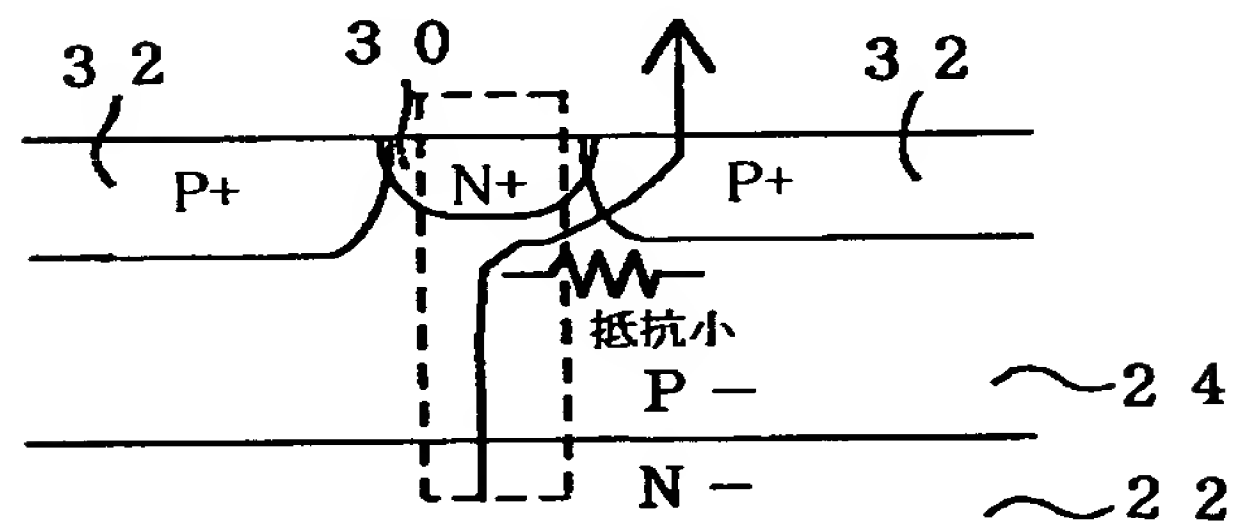


【図 3】

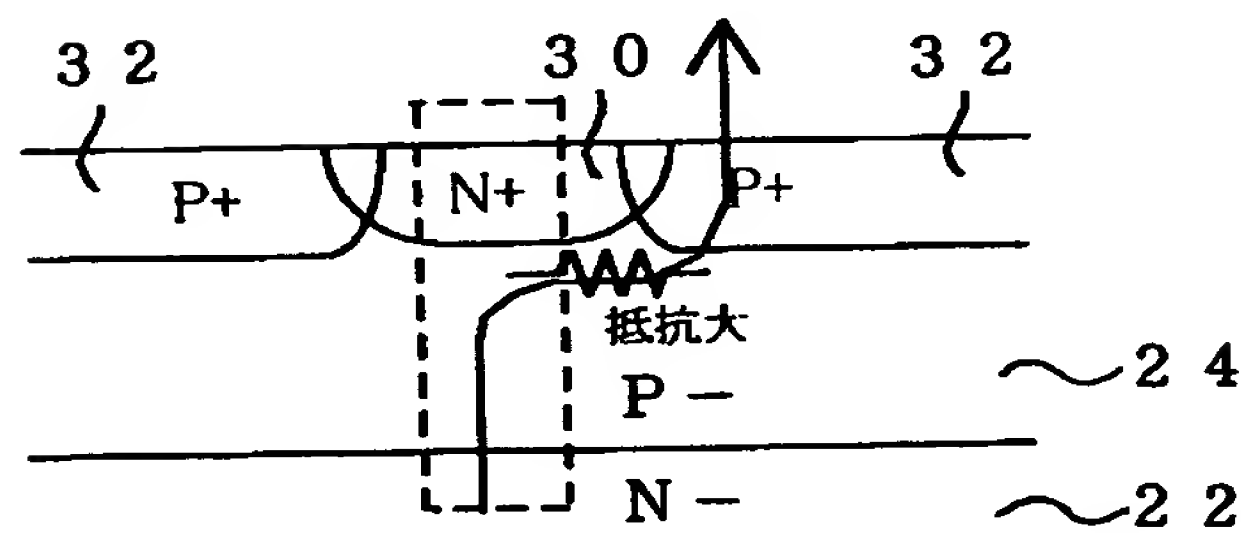


【図 4】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 オン抵抗を小さくして装置における損失を少なくする。

【解決手段】 シリコン酸化膜等のゲート絶縁膜 2 7 を介してトレンチゲート 2 6 に接するように形成された不純物濃度の高い N 型半導体領域であるトレンチ N 領域 2 8 を、このトレンチ N 領域 2 8 より浅い不純物濃度の高い N 型半導体領域であるエミッタ N 領域 3 0 で梯子状に接続する。エミッタ N 領域 3 0 を浅く形成することにより、エミッタ N 領域 3 0 下部近傍のボディ 2 4 における抵抗を小さくし、エミッタ N 領域 3 0 とボディ 2 4 とエピタキシャル層 2 2 とにより形成される寄生 N P N トランジスタの動作を抑える。この結果、オン抵抗を小さくすると共にアバランシェ耐量やラッチアップ耐量を向上させることができる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 7 日
[変更理由] 新規登録
住 所 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地
氏 名 トヨタ自動車株式会社